

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 19.12.06.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 20.06.08 Bulletin 08/25.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : IMS RN - INGENIERIE DES MOUVE-
MENTS DE SOL ET DES RISQUES NATURELS
Société par actions simplifiée — FR.

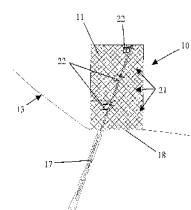
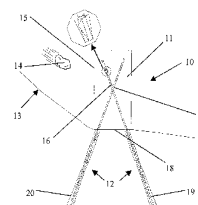
⑦② Inventeur(s) : PLOTTO PIERRE.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET HECKE.

⑤④ OUVRAGE DE PROTECTION DESTINE A INTERROMPRE LA PROGRESSION LIBRE DE MASSES MOBILES.

⑤⑦ L'ouvrage (10) de protection est destiné à interrompre la progression libre de masses mobiles (14). Il comporte une structure (11) de retenue en appui sur le sol, présentant une face amont (15) exposée aux impacts des masses mobiles (14), et des moyens (12) de transmission des efforts au sol. Les moyens (12) de transmission des efforts comportent au moins une barre (16, 17) enfoncée dans le sol pour s'étendre obliquement par rapport à la droite perpendiculaire à la surface d'appui (18) de la structure (11), et se prolongeant selon une même direction au-dessus du sol pour être intégralement noyée dans la structure (11).



Ouvrage de protection destiné à interrompre la progression libre de masses mobiles.

5 Domaine technique de l'invention

L'invention concerne un ouvrage de protection destiné à interrompre la progression libre de masses mobiles, comportant une structure de retenue en appui sur le sol et en saillie du sol, présentant une face amont exposée aux impacts des masses mobiles, et des moyens de transmission des efforts au sol.

État de la technique

L'ouvrage est destiné à être interposé entre la zone à protéger et les sources de masses mobiles. De manière non exclusive, l'invention trouvera son application dans les zones de montagnes, ainsi que dans tous les endroits escarpés, les routes, les voies de chemin de fer, les zones d'habitations qui sont souvent menacées par des chutes de pierres, des éboulements et des glissements de terrain provenant de falaises ou de pentes surplombantes. L'invention pourra aussi servir de protection de piles de pont contre des impacts de véhicules.

Pour assurer cette protection, on utilise différents types d'ouvrages, et notamment des murs connus sous le nom de merlons, réalisés par exemple à partir de gabions ou encore de remblais. Ces merlons sont disposés entre la falaise et la zone à protéger, en définissant un fossé dans lequel s'accumulent les pierres ayant chuté de la falaise. Dans le cas de forts impacts, la face exposée des merlons peut être déformée et endommagée.

D'autres ouvrages mettent en œuvre des filets de retenue en métal dont les mailles sont extensibles pour dissiper une partie de l'énergie cinétique des masses mobiles interceptées. Le filet est maintenu en position par une pluralité de poteaux espacés le long d'une même courbe de niveau de la pente. Les poteaux sont haubanés dans les différentes directions, c'est-à-dire vers l'amont, vers l'aval, et latéralement. Néanmoins ce type d'ouvrages n'est pas adapté aux masses mobiles de grosses tailles. De plus, il est particulièrement onéreux avec la nécessité de nombreux points d'ancrage, et réclame, la plupart du temps, une large embase au sol à cause des haubans.

10

Tous ces ouvrages présentent l'inconvénient de se détériorer ou d'être carrément détruits en cas d'impacts par des masses mobiles présentant une forte énergie cinétique, et de nécessiter des coûts de maintenance très élevés à moins d'être surdimensionnés et d'avoir une emprise au sol exagérée.

15

L'ouvrage de protection décrit dans le document FR-2.775.306 remédie partiellement aux inconvénients précédents en proposant un mur constitué de cages grillagées (gabions) assemblées entre elles, dans lequel est incorporée une structure. La structure comporte une semelle en appui sur le sol et articulée par rapport au sol par l'intermédiaire d'une platine. Le mur repose sur la semelle. Un dispositif de transmission des efforts au sol s'étend au travers de la semelle directement à l'amont du mur. Ce dispositif comporte une barre enfoncée dans le sol perpendiculairement, et un tube monté avec serrage autour de la barre. La barre est fixe par rapport au sol. Le dispositif permet un déplacement de la structure et du mur en translation de l'amont vers l'aval, et un basculement. Lors du déplacement de la structure, le tube se translate le long de la barre avec frottements pour dissiper une part de l'énergie. Le contrôle du déplacement de la structure est réalisé par une butée de fin de course. Un ressort comprimé entre la

20

25

30

structure et le dispositif de transmission des efforts au sol permet l'écrêtage de ceux-ci.

5 Cet ouvrage permet d'interrompre la progression de masses mobiles de grosses tailles avec l'utilisation d'un mur sensiblement rigide, tout en garantissant une diminution des risques de déformation et d'endommagement grâce au dispositif de transmission des efforts au sol qui permet une dissipation d'une partie de l'énergie, contrairement aux merlons de l'art antérieur.

10

Néanmoins, cet ouvrage n'est pas complètement satisfaisant. L'arrêt d'une masse mobile présentant une énergie cinétique élevée se traduit par un effort tranchant très important appliqué par la structure à l'extrémité supérieure de la barre enfoncée dans le sol. En effet, la dissipation de l'énergie cinétique par les gabions n'est pas importante et une grande partie de l'effort d'impact est transmise à la barre. Par conséquent, les contraintes de cisaillement dans la barre sont très élevées, et peuvent rapidement provoquer la rupture de la barre. Si la roche superficielle est meuble ou friable, ces efforts tangentiels très élevés finissent par donner du jeu latéral dans le scellement de la barre.

20

De plus, la dissipation de l'énergie cinétique de la masse mobile interceptée s'effectue uniquement par le frottement du tube sur la barre. Très souvent, cette dissipation est insuffisante, et la structure est stoppée dans son déplacement par l'entrée en butée du dispositif de transmission des efforts au sol. Ce choc violent dans la butée se répercute dans la structure et dans le mur par des contraintes et des vibrations entraînant parfois la rupture. En outre, les efforts d'interaction entre le scellement et la barre provoqués par ce choc d'une part, par la dissipation de l'énergie cinétique par frottements du tube d'autre part, sont très élevés et peuvent engendrer une dislocation de la jonction.

30

Objet de l'invention

5 L'invention a pour but de pallier à tous ces inconvénients en proposant un ouvrage de protection de conception simple et peu onéreux dans lequel la dissipation de l'énergie cinétique des masses mobiles interceptées est améliorée.

10 Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que les moyens de transmission des efforts comportent au moins une barre enfoncée dans le sol qui s'étend obliquement par rapport à la droite perpendiculaire à la surface d'appui de la structure, et se prolonge selon une même direction au-dessus du sol pour être intégralement noyée dans la structure. La transmission des efforts, et les
15 effets dissipatifs se font alors par frottement des barres ancrées dans le sol.

Grâce à la disposition oblique des barres, la direction d'application de l'effort total transmis par la masse mobile lors de son interception par la structure n'est pas perpendiculaire à l'axe des barres enfoncées dans le sol, contrairement à l'ouvrage décrit dans le document FR-2.775.306.
20 L'orientation des barres permet une sollicitation en traction ou en compression. De plus, dans un référentiel lié à chaque barre oblique, l'effort subi par ladite barre possède une composante axiale bien plus importante que la composante transversale. Par conséquent, la transmission de l'effort dans la partie ancrée de la barre dans le sol est considérablement améliorée
25 et les contraintes de cisaillement dans chaque barre oblique sont donc inférieures à celles présentes dans les barres du dispositif de transmission des efforts au sol décrit dans le document FR-2.775.306. Comme les barres ont une résistance à la traction ou compression supérieure à leur résistance
30 au cisaillement, les risques de rupture des moyens de transmission des efforts au sol sont donc diminués d'autant.

Parallèlement, de tels moyens de transmission des efforts au sol procurent un double niveau de dissipation de l'énergie cinétique de la masse mobile interceptée, contrairement à l'ouvrage du document FR-2.775.306. En cas d'impact, la structure soumet la face des barres obliques en regard de l'amont à des efforts de traction, tandis que la face en regard de l'aval est soumise à des efforts de compression. Cette interaction entre la partie des barres obliques noyée dans la structure et cette dernière constitue une première zone de dissipation de l'énergie cinétique apportée par le frottement le long des barres. Il en est de même pour la partie des barres obliques enfoncée dans le sol, qui constitue une deuxième zone de dissipation d'énergie : en fonctionnement, le sol soumet la face des barres obliques en regard de l'amont à des efforts de traction, tandis que la face en regard de l'aval est soumise à des efforts de compression.

L'étagement de la dissipation de l'énergie cinétique à différents endroits de la structure permet une meilleure dissipation par une mise en charge progressive des différentes parties de la structure. Celui-ci permet de diminuer les risques de détérioration de la structure causée par une mise en charge brutale.

Description sommaire des dessins

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe transversale de la schématisation de l'ouvrage conforme à l'invention,

- la figure 2 est une vue en coupe transversale d'un premier exemple de réalisation d'un ouvrage conforme à l'invention,
- la figure 3 est une vue en coupe transversale d'un second exemple de réalisation d'un ouvrage conforme à l'invention,
- 5 - la figure 4 est une vue en coupe transversale d'un troisième exemple de réalisation d'un ouvrage conforme à l'invention,
- la figure 5 est une vue en coupe transversale d'un quatrième exemple de réalisation d'un ouvrage conforme à l'invention,
- les figures 6 et 7 sont des vues en coupe transversale et de dessus d'un
10 cinquième exemple de réalisation d'un ouvrage conforme à l'invention,
- la figure 8 est une vue en coupe transversale d'un sixième exemple de réalisation d'un ouvrage conforme à l'invention,
- la figure 9 est une vue en coupe transversale d'un septième exemple de réalisation d'un ouvrage conforme à l'invention,
- 15 - la figure 10 est une vue en coupe transversale d'un huitième exemple de réalisation d'un ouvrage conforme à l'invention,
- la figure 11 est une vue en coupe transversale d'un neuvième exemple de réalisation d'un ouvrage conforme à l'invention.

20

Description de modes particuliers de réalisation

En référence à la figure 1, un ouvrage 10 conforme à l'invention comporte une structure de retenue 11 en appui sur le sol et en saillie de celui-ci, et des
25 moyens 12 de transmission des efforts au sol. L'ouvrage 10 est disposé dans l'exemple dans une pente 13 dans le but d'interrompre la progression libre de masses mobiles telles que 14. La structure de retenue 11, qui s'étend sensiblement suivant une ligne de niveau de la pente 13, est représentée en coupe transversale suivant un plan vertical perpendiculaire à ladite ligne de
30 niveau. Ce plan de coupe est orienté d'amont vers l'aval. Les masses

mobiles 14 en provenance de l'amont viennent heurter la face amont 15 de la structure 11.

5 Les moyens 12 de transmission des efforts au sol comportent des barres 16 enfoncées dans le sol pour s'étendre de l'amont vers l'aval et de haut en bas, et des barres 17 enfoncées dans le sol pour s'étendre de l'aval vers l'amont et de haut en bas. Les barres 16 et 17 s'étendent donc obliquement par rapport à la droite perpendiculaire (non représentée) à la surface d'appui 18 de la structure 11. Les barres 16 et 17 sont rectilignes et se prolongent au-

10 dessus du sol selon la même direction, c'est-à-dire selon la direction d'implantation dans le sol. La partie des barres 16 et 17 au-dessus du sol est intégralement noyée dans la structure 11. Les barres 16 et 17 peuvent par exemple être réalisées dans un matériau métallique ou dans un matériau composite à base de fibre de verre, de carbone ou d'aramide.

15 Les barres obliques 16 et 17 sont chacune enfoncées dans le sol jusqu'à un scellement enterré, respectivement référencé 19 et 20, formant point d'ancrage. Il est possible d'utiliser des micro pieux. D'autres techniques peuvent être utilisées comme dans l'exemple de la figure 1, où le scellement

20 s'étend sur toute la longueur de la partie enfoncée dans le sol des barres obliques 16 et 17. Tout matériau de scellement adapté peut être envisagé tel que ciment, résine et/ou un matériau de protection contre la corrosion.

Le nombre de barres 16 peut être variable, de même que le nombre de

25 barres 17. Ce nombre dépend de la résistance globale et de la capacité de dissipation d'énergie désirées pour l'ouvrage 10, ainsi que des dimensions de l'ouvrage 10. Dans la variante de la figure 1, les deux types de barres 16 et 17 d'inclinaisons inversées sont disposés par paire dans des plans transversaux décalés latéralement les uns des autres. Néanmoins, la

30 répartition des barres 16 et 17 au sein de la structure 11 peut être quelconque. Par ailleurs, la présence simultanée des deux types de barres

16 et 17 est optionnelle : les moyens 12 de transmission des efforts au sol peuvent ne comporter que des barres 16 ou que des barres 17.

Les figures 2 à 11 illustrent différentes variantes de réalisation d'ouvrages 10 conformes à l'invention. Sur la figure 2, l'ouvrage 10 comporte une pluralité de barres 17 enfoncées dans le sol au travers de la surface d'appui 18 pour s'étendre de l'aval vers l'amont et de haut en bas. La structure 11 dans laquelle est noyée intégralement la partie des barres 17 au-dessus du sol est réalisée par des gabions 21 empilés verticalement pour former trois couches. Chaque couche peut comporter plusieurs gabions 21 disposés les uns à côté des autres dans la direction de la ligne de niveau de la pente 13. Le nombre de couches peut être variable. Les gabions 21 sont des cages composées de grillage, remplies de pierres, de terre, de remblais, de pastilles de pneus ou de tout autre matériau approprié. Les barres obliques 17 sont reliées entre elles par des profilés de renfort 22 noyés dans la structure 11. Le nombre de profilés de renfort 22 peut être variable. Dans l'exemple de la figure 2, chaque couche de gabions 21 comporte un profilé de renfort 22 noyé. Les profilés de renfort 22 peuvent être réalisés en matériau métallique galvanisé ou en béton armé, préfabriqués ou réalisés sur place.

L'ouvrage 10 de la figure 3 diffère de celui de la figure 2 par la constitution de la structure 11 dans laquelle est noyée intégralement la partie des barres 17 au-dessus du sol. Elle est réalisée par des blocs en béton 23 préfabriqués et empilés verticalement pour former trois couches. Chaque couche peut comporter plusieurs blocs en béton 23 disposés les uns à côté des autres dans la direction de la ligne de niveau de la pente 13. Le nombre de couches peut être variable. Chaque bloc en béton 23 comporte un évidement sur sa face supérieure débouchant sur ses faces latérales pour pouvoir réaliser sur place, au niveau de chaque couche, des systèmes de report latéral de l'effort tels que, par exemple, une longrine 24 continue en béton armé au niveau de chaque couche ou des profilés métalliques de type glissière de sécurité.

Les exemples d'ouvrages 10 illustrés sur les figures 4 à 11 présentent une face amont 15 de la structure 11 qui s'étend selon un plan sensiblement perpendiculaire à la direction de progression estimée des masses mobiles 14. Cette disposition contribue à accroître la solidité des ouvrages 10 en garantissant une meilleure distribution des efforts dans la structure 11, et une meilleure dissipation de l'énergie apportée par la masse mobile 14 lors de l'impact contre la face amont 15.

La structure 11 de la figure 4 comporte une pluralité de contreforts 25, réalisés par exemple en béton. Les contreforts 25 reposent sur une semelle 26 de fondation pratiquée dans le sol pour améliorer la stabilité de la structure 11 sur la surface d'appui 18. Les contreforts 25 supportent une dalle 27 en béton armé ou en matériau composite. La dalle 27 est liée aux contreforts 25 par des plots amortisseurs 28. Chaque barre oblique 17 inclinée d'aval vers l'amont et de haut en bas, s'étend dans un contrefort 25. La structure 11 comporte donc les contreforts 25, la dalle 27 et les plots amortisseurs 28. La face de la dalle 27 opposée aux plots amortisseurs 28 matérialise la face amont 15.

L'ouvrage 10 de la figure 5 diffère de celui de la figure 4 par la forme du contrefort 25 qui comporte un piétement 29 et un tronçon vertical 30 d'épaisseur réduite qui s'étend depuis l'amont du piétement 29. Cette disposition du contrefort 25 favorise la mise en place, à proximité de la jonction entre le piétement 29 et le tronçon 30, de barres 17 de forte inclinaison. Parallèlement, la mise en place de barres 16 au travers de la partie aval du piétement 29 est possible dans le cas où la roche superficielle serait meuble ou friable. Dans ce cas, les barres 16 seront moins inclinées que les barres 17.

L'ouvrage 10 des figures 6 et 7 diffère de celui de la figure 5 par la suppression des plots amortisseurs 28 et par la présence d'un système dissipatif de l'énergie cinétique des masses mobiles 14 dont la progression libre est interrompue. Le système dissipatif est disposé contre la face amont 5 15 de la structure de retenue 11. Le système dissipatif comporte une dalle de répartition des efforts 32 de tout type adapté et parallèle à la dalle 27. La dalle de répartition des efforts 32 est maintenue à distance de la dalle 27 par des étriers de maintien 33 agencés suivant la direction amont-aval. Les étriers de maintien 33 assurent la stabilité de la dalle de répartition d'efforts 10 32. Les dalles 27 et 32 délimitent avec le sol un volume partiellement rempli de grave, c'est-à-dire un mélange, naturel ou non, de cailloux, de graviers et de sable, avec parfois des particules plus fines.

Dans l'exemple représenté sur les figures 6 et 7, des pneus 31 sont empilés 15 verticalement les uns sur les autres dans le volume. La dalle 27 et la dalle de répartition des efforts 32 sont tangentes aux pneus 31 en des points diamétralement opposés. Chaque empilement de pneus 31 délimite une colonne centrale creuse. Une enveloppe textile 35 extensible est disposée à l'intérieur de chaque empilement de pneus 31, c'est-à-dire dans la colonne 20 centrale creuse, et remplie de grave. Les flancs des pneus 31 creux et l'enveloppe textile 35 délimitent, dans le volume, des espaces vides 36 de forme annulaire. L'enveloppe textile 35 délimite intérieurement un espace rempli de grave 37. Le reste du volume est vide et les pneus 31 délimitent extérieurement des espaces vides 38. Les pneus 31 sont ainsi partiellement 25 remplis de grave.

Le système dissipatif permet de diminuer l'intensité des efforts transmis à la structure de retenue 11 et donc aux barres obliques 17. Le système dissipatif associe la dalle rigide de répartition d'efforts 32, laquelle permet de répartir 30 l'effort d'impact sur toute ou partie de la longueur de l'ouvrage 10, à un milieu hétérogène déformable dissipatif. Dans ce milieu hétérogène, la grave est un

matériau très déformable disposé, grâce aux pneus 31, de manière à conserver des espaces vides 36, 38. En d'autres termes, le système dissipatif comporte une dalle de répartition des efforts 32 délimitant, avec le sol et la face amont 15 de la structure de retenue 11, un volume partiellement rempli de grave, la pluralité d'éléments déformables creux constitués par les pneus 31 étant disposée dans ledit volume et délimitant, dans ledit volume, des espaces vides 36, 38 et des espaces remplis de grave 37.

La grave, lors de sa déformation imposée par la déformation des pneus 31 provoquée par le déplacement de la dalle de répartition 32 lors d'un impact, permet une large dissipation d'énergie par friction inter-granulaire. De plus, la répartition de l'effort par la dalle 32 permet de répartir l'effort sur plusieurs barres obliques 17 réparties le long de la ligne de niveau. L'endommagement du système dissipatif est accepté et permet un effet de dissipation important. Il peut être facilement remplacé après un impact.

Lorsque la capacité totale de dissipation d'énergie par le système dissipatif n'est pas suffisante, les barres obliques 17 procurent avantageusement une dissipation étagée de l'énergie cinétique restante de la masse mobile 14 interceptée. La structure 11 soumet la face des barres obliques 17 en regard de l'amont à des efforts de traction, tandis que la face en regard de l'aval est soumise à des efforts de compression (voir flèches représentatives de ces efforts sur la figure 6). Cette interaction entre la partie des barres obliques 17 noyée dans la structure 11 et cette dernière constitue une deuxième zone de dissipation apportée par le frottement le long des barres 17. Il en est de même pour la partie des barres obliques 17 enfoncée dans le sol, qui constitue une troisième zone de dissipation d'énergie : en fonctionnement, le sol soumet la face des barres obliques 17 en regard de l'amont à des efforts de traction, tandis que la face en regard de l'aval est soumise à des efforts de compression (voir flèches représentatives de ces efforts sur la figure 6).

La figure 6 montre les 3 zones de dissipation possibles de l'énergie dans l'exemple de cette figure :

- une première zone A constituée par le système dissipatif,
- 5 - une deuxième zone B correspondant aux frottements des barres 17 dans la structure 11,
- une troisième zone C correspondant aux frottements des barres 17 ancrées dans le sol.

Si la structure 11 de la figure 6 comportait des barres obliques 16 enfoncées
10 dans le sol pour s'étendre de l'amont vers l'aval et de haut en bas, le fonctionnement décrit ci-dessus serait identique pour ces mêmes barres 16.

Grâce à la disposition oblique des barres 16, 17, le support de l'effort total transmis par la masse mobile 14 lors de son interception par la structure 11
15 n'est pas perpendiculaire à l'axe des barres 16, 17 enfoncées dans le sol. L'orientation des barres permet une sollicitation en traction ou en compression. De plus, dans un référentiel lié à chaque barre 16, 17, l'effort subi possède une composante axiale bien plus importante que la composante transversale. Par conséquent, la transmission de l'effort dans la
20 partie ancrée dans le sol est considérablement améliorée et les contraintes de cisaillement dans chaque barre oblique 16, 17 sont donc inférieures à celles présentes dans les barres du dispositif de transmission des efforts au sol décrit dans le document FR-2.775.306. Comme les barres 16, 17 ont une
25 résistance à la traction ou compression supérieure à leur résistance au cisaillement, les risques de rupture des moyens de transmission des efforts au sol sont donc diminués d'autant.

L'étagement de la dissipation de l'énergie cinétique à différents endroits de la structure 11 (zones B et C) permet une meilleure dissipation que dans l'art
30 antérieur, par une mise en charge progressive des différentes parties de la structure 11. Cet étagement permet de diminuer les risques de détérioration

de la structure causés, dans l'art antérieur, par une mise en charge brutale. Tous les exemples d'ouvrage 10 des figures 1 à 5 comportent les zones de dissipation B et C. Une zone supplémentaire de dissipation, interne à la structure 11, est également constituée par les plots amortisseurs 28 lorsqu'ils sont prévus (figure 5).

Les exemples d'ouvrage 10 des figures 1 à 5 ne comportent pas la zone de dissipation A. Mais les variantes incorporant un système dissipatif (zone de dissipation A) en amont de la structure de retenue 11 garantissent une dissipation encore améliorée de l'énergie transmise à la structure 11 par la masse mobile 14 grâce à une zone supplémentaire de dissipation (zone A). Il est possible de prévoir de remplir totalement les pneus 31 en s'affranchissant des enveloppes textiles 35. Néanmoins, la solution décrite précédemment est préférée pour augmenter, par rapport au cas où les pneus 31 seraient remplis de grave, la capacité de dissipation par une large déformation des pneus 31 vers les espaces vides 36.

Comme l'illustre la figure 8, plusieurs systèmes dissipatifs peuvent être disposés en série en amont de la structure 11. Dans ce cas, un premier système dissipatif est disposé contre la dalle 27 de la structure de retenue 11 de la manière décrite précédemment. Puis une deuxième série d'empilements de pneus 31 d'un deuxième système dissipatif est disposée contre la dalle de répartition des efforts 32 du premier système dissipatif. Puis une dalle de répartition d'efforts 32 du deuxième système dissipatif est disposée contre la deuxième série d'empilements de pneus 31. Une telle variante permet d'augmenter la capacité totale de dissipation d'énergie par la zone de dissipation A. Les zones de dissipation B et C sont, par contre, identiques.

Dans l'exemple de la figure 9, le système dissipatif disposé contre la face amont 15 de la structure de retenue 11 est réalisé par des gabions 21

empilés les uns sur les autres avec décalage. Dans d'autres variantes, les gabions 21 sont empilés en oblique sans décalage pour s'appuyer continûment sur les contreforts 25.

5 Dans l'exemple d'ouvrage 10 de la figure 10, qui est une variante de l'exemple de la figure 6, le volume est rempli de grave et des tubes déformables 39 creux vides sont noyés dans la grave. Ceux-ci sont disposés horizontalement et sont distants les uns des autres, c'est-à-dire non jointifs. Les tubes déformables 39 sont vides et délimitent intérieurement des
10 espaces vides 40. Le reste du volume est rempli de grave et les tubes déformables 39 délimitent extérieurement des espaces remplis de grave 41. Lors de l'impact des masses mobiles 14, le déplacement de la dalle de répartition d'efforts 32 provoque l'écrasement et l'éclatement des tubes déformables 39 pour laisser la grave se déformer en direction des espaces
15 vides 40 et dissiper l'énergie cinétique par frottements inter-granulaires. Ce dispositif permet d'ajuster l'indice des vides du système dissipatif en fonction de l'énergie cinétique à absorber.

Dans l'exemple d'ouvrage 10 de la figure 11, qui est une variante de
20 l'exemple de la figure 10, le volume est rempli de tubes déformables 42 creux, disposés horizontalement et empilés les uns sur les autres pour être jointifs. Les tubes déformables 42 sont remplis de grave et délimitent intérieurement des espaces remplis de grave 43. Le reste du volume est vide et les tubes déformables 42 délimitent extérieurement des espaces vides 44.
25 Lors de l'impact des masses mobiles 14, le déplacement de la dalle de répartition d'efforts 32 provoque l'écrasement et l'éclatement des tubes déformables 42 pour laisser la grave se déformer en direction des espaces vides 44 et dissiper l'énergie cinétique par frottements inter-granulaires.

30 Dans une variante non représentée de la figure 11, les tubes déformables 42 sont subdivisés en un groupe de tubes remplis de grave et en un groupe de

tubes vides. Les tubes vides délimitent intérieurement des espaces vides et les tubes remplis de grave délimitent intérieurement des espaces remplis de grave. L'ensemble des tubes déformables délimitent extérieurement des espaces vides. Lors de l'impact des masses mobiles 14, la pression de la dalle de répartition d'efforts 32 provoque l'écrasement des tubes déformables 42 vides et les tubes déformables 42 remplis de grave éclatent pour laisser la grave se déformer en direction des espaces vides et dissiper l'énergie cinétique par frottements inter-granulaires. Dans cette variante, les tubes déformables peuvent être disposés verticalement.

10

Dans toutes les variantes d'ouvrage 10 mettant en œuvre un système dissipatif (figures 6 à 11) disposé contre la face amont 15 de la structure de retenue 11, le système dissipatif comporte une dalle de répartition des efforts 32 délimitant, avec le sol et la face amont 15 de la structure de retenue 11, un volume partiellement rempli de grave. Une pluralité d'éléments déformables (pneus 31 et éventuellement une enveloppe textile 35, ou bien des tubes déformables 39, 42) creux est disposée dans ledit volume et délimite, dans ledit volume, des espaces vides 36, 38, 40, 44 et des espaces remplis de grave 37, 41, 43.

20

Certaines variantes d'ouvrages 10 non représentées mettent en œuvre un élément métallique tubulaire, ayant pour rôle de fusible, qui prolonge chaque barre oblique 16 ou 17 à son extrémité supérieure. L'élément métallique est alors noyé dans la structure 11. Lors du déplacement de la structure 11, l'élément tubulaire est soumis à des efforts de flexion et de traction. La flexion propre de l'élément métallique et son interaction avec la barre sur laquelle il est disposé constituent une zone supplémentaire de dissipation d'énergie. D'autre part, un système d'ailette 39 (voir figure 1) peut être vissé sur les barres 16 et 17 et noyé dans la structure 11.

30

Les systèmes dissipatifs des figures 6 à 11 peuvent être appliqués à toute forme de structure de retenue 11 selon l'invention, par exemple aux exemples de structure de retenue 11 des figures 1 à 5.

- 5 Dans tous les exemples d'ouvrage 10 décrits précédemment et de manière avantageuse, les barres 16 et 17 constituant les moyens 12 de transmission des efforts au sol sont essentiellement soumises à des efforts de traction et de compression. Les efforts tangentiels que subissent les scellements 19 et 20 sont diminués par rapport aux dispositifs connus, ce qui contribue à
- 10 augmenter la solidité et la longévité de l'ouvrage 10 conforme à l'invention. En outre, les moyens 12 de transmission des efforts au sol sont complètement intégrés à l'ouvrage 10. Les risques d'usure par corrosion due aux conditions climatiques sont ainsi diminués.
- 15 Enfin, la description qui précède n'est qu'une illustration d'exemples particuliers de réalisation d'ouvrages conformes à l'invention, en aucun cas limitatif quant au domaine de l'invention. L'invention pourra trouver des applications dans tous les domaines où il est nécessaire d'interrompre la progression libre de masses mobiles, par exemple pour constituer des
- 20 barrières de sécurité ou d'arrêt de véhicules.

Revendications

1. Ouvrage (10) de protection destiné à interrompre la progression libre de masses mobiles (14), comportant une structure (11) de retenue en appui sur le sol et en saillie du sol, présentant une face amont (15) exposée aux impacts des masses mobiles (14), et des moyens (12) de transmission des efforts au sol, caractérisé en ce que les moyens (12) de transmission des efforts comportent au moins une barre (16, 17) enfoncée dans le sol pour s'étendre obliquement par rapport à la droite perpendiculaire à la surface d'appui (18) de la structure (11), et se prolongeant selon une même direction au-dessus du sol pour être intégralement noyée dans la structure (11).
2. Ouvrage selon la revendication 1, caractérisé en ce que les barres (16, 17) sont enfoncées dans le sol jusqu'à un scellement (19, 20) respectif enterré formant point d'ancrage.
3. Ouvrage selon la revendication 2, caractérisé en ce que le scellement (19, 20) s'étend sur toute la longueur de la partie enfoncée de la barre (16, 17) correspondante.
4. Ouvrage selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moyens (12) de transmission des efforts comportent au moins deux barres (16, 17) d'inclinaisons inversées, l'une (16) s'étendant de l'amont vers l'aval et de haut en bas, l'autre (17) s'étendant de l'aval vers l'amont et de haut en bas.
5. Ouvrage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les barres (16, 17) sont reliées par au moins un profilé de renfort (22) noyé dans la structure (11).

5 **6.** Ouvrage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la face amont (15) de la structure (11) s'étend selon un plan sensiblement perpendiculaire à la direction de progression estimée des masses mobiles (14).

10 **7.** Ouvrage selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que chaque barre (16, 17) s'étend dans un contrefort (25) de la structure (11), les contreforts (25) supportant une dalle (27).

8. Ouvrage selon la revendication 7, caractérisé en ce que la dalle (27) est liée aux contreforts (25) par des plots amortisseurs (28).

15 **9.** Ouvrage selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la structure (11) comporte des blocs en béton (23) empilés verticalement pour former plusieurs couches.

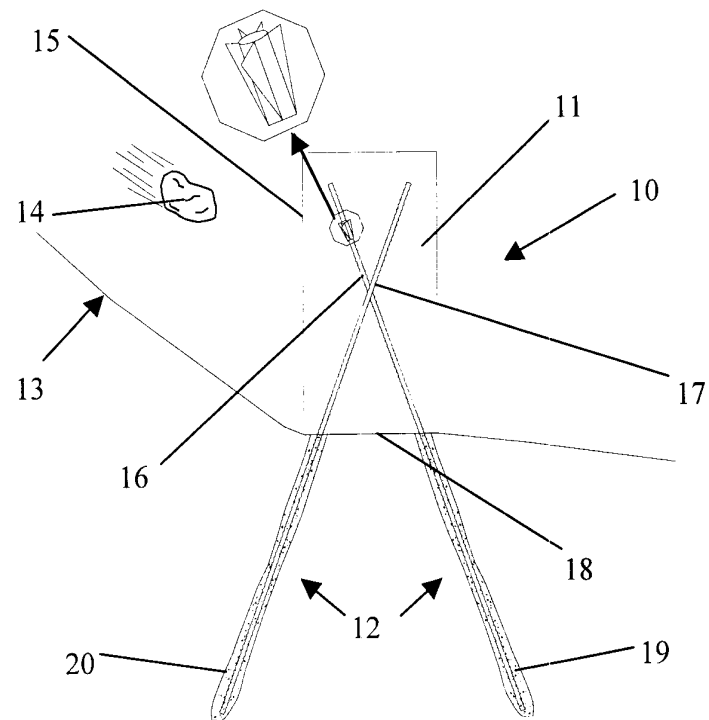
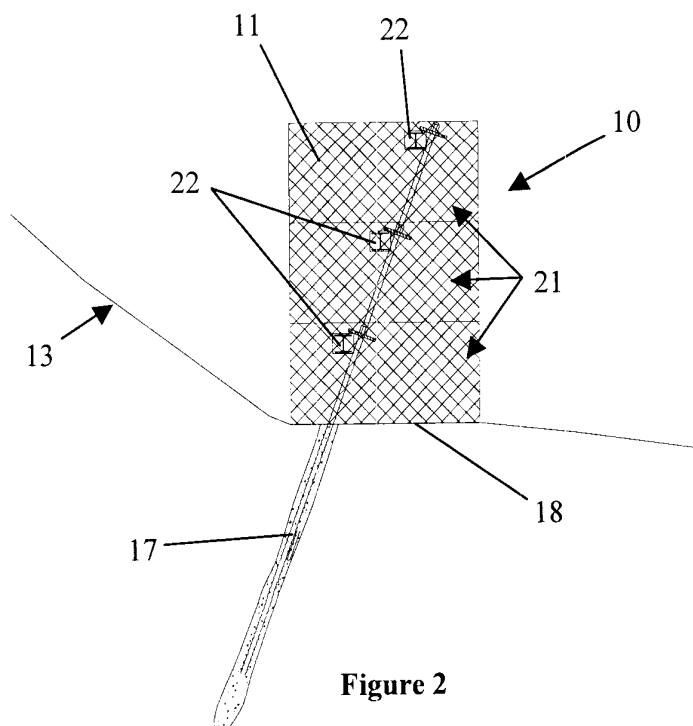
20 **10.** Ouvrage selon la revendication 9, caractérisé en ce que les blocs en béton (23) comportent un évidement sur leur face supérieure débouchant sur ses faces latérales.

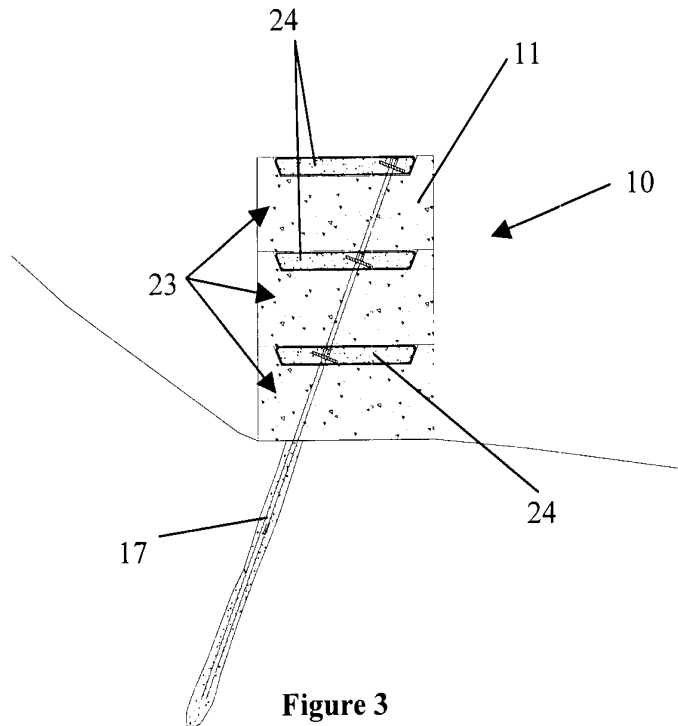
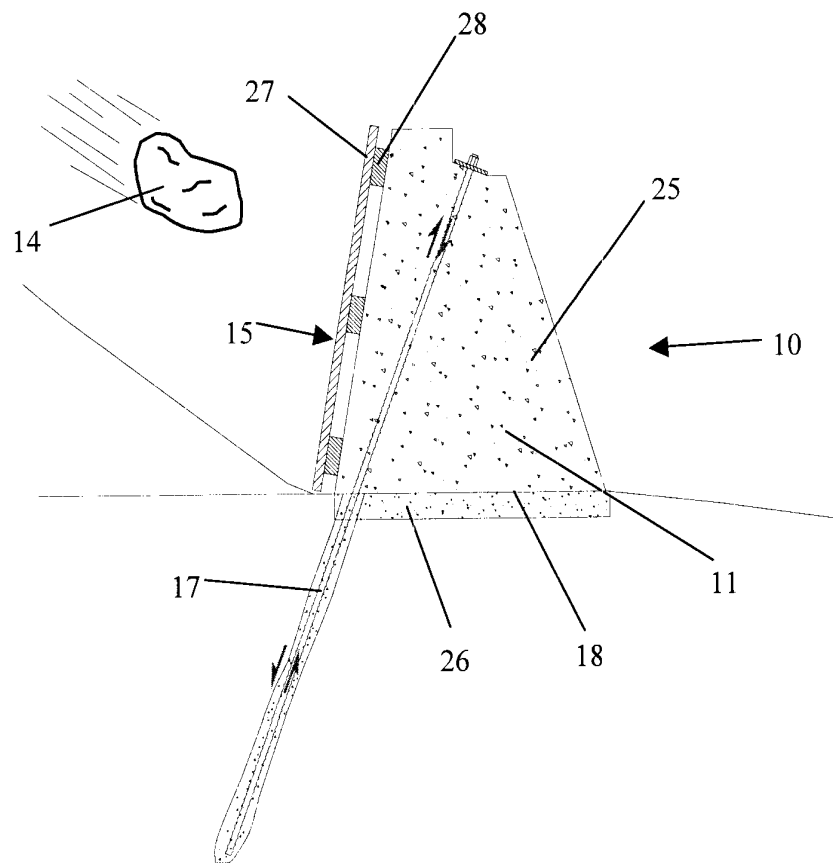
25 **11.** Ouvrage selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que chaque barre (16, 17) est prolongée à son extrémité supérieure par un élément métallique tubulaire noyé dans la structure (11).

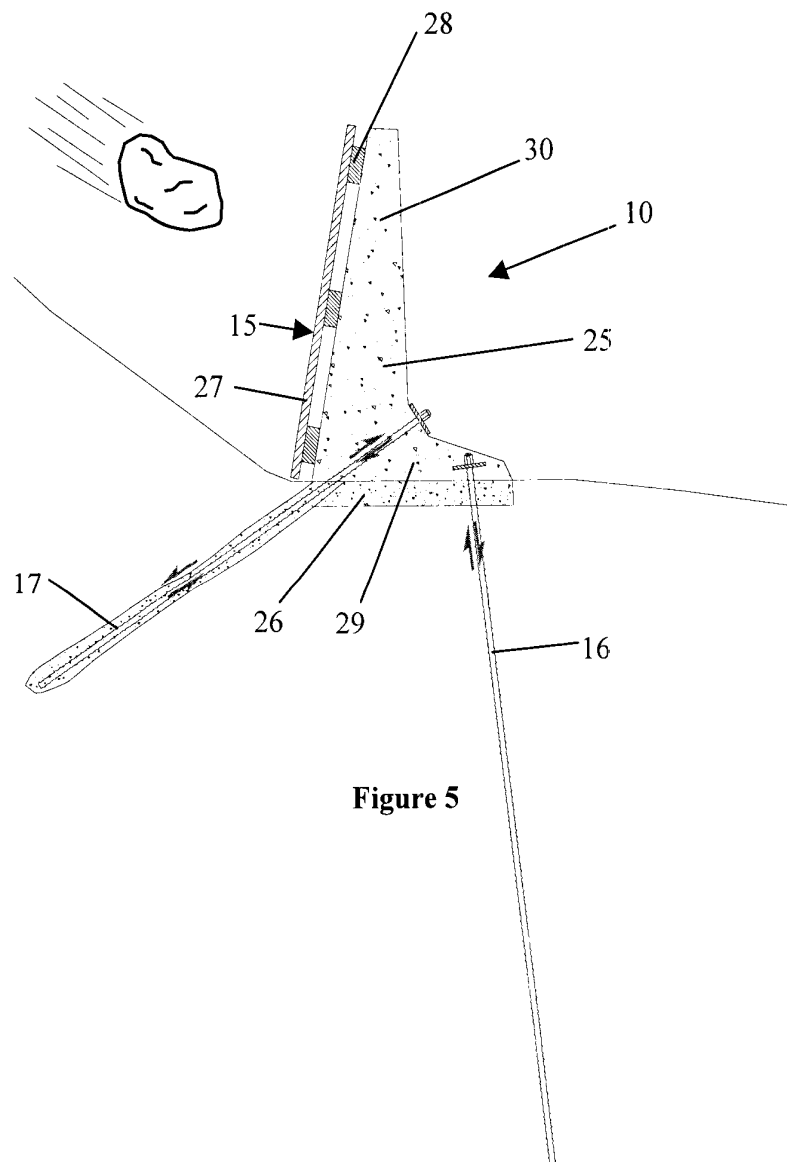
12. Ouvrage selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que qu'un système dissipatif est disposé contre la face amont (15) de la structure (11).

30 **13.** Ouvrage selon la revendication 12, caractérisé en ce que le système dissipatif comporte une dalle de répartition des efforts (32) délimitant, avec le

sol et la face amont (15) de la structure de retenue (11), un volume partiellement rempli de grave, une pluralité d'éléments déformables (31, 35, 39, 42) creux étant disposée dans ledit volume et délimitant, dans ledit volume, des espaces vides (36, 38, 40, 44) et des espaces remplis de grave (37, 41, 43).

**Figure 1****Figure 2**

**Figure 3****Figure 4**

**Figure 5**

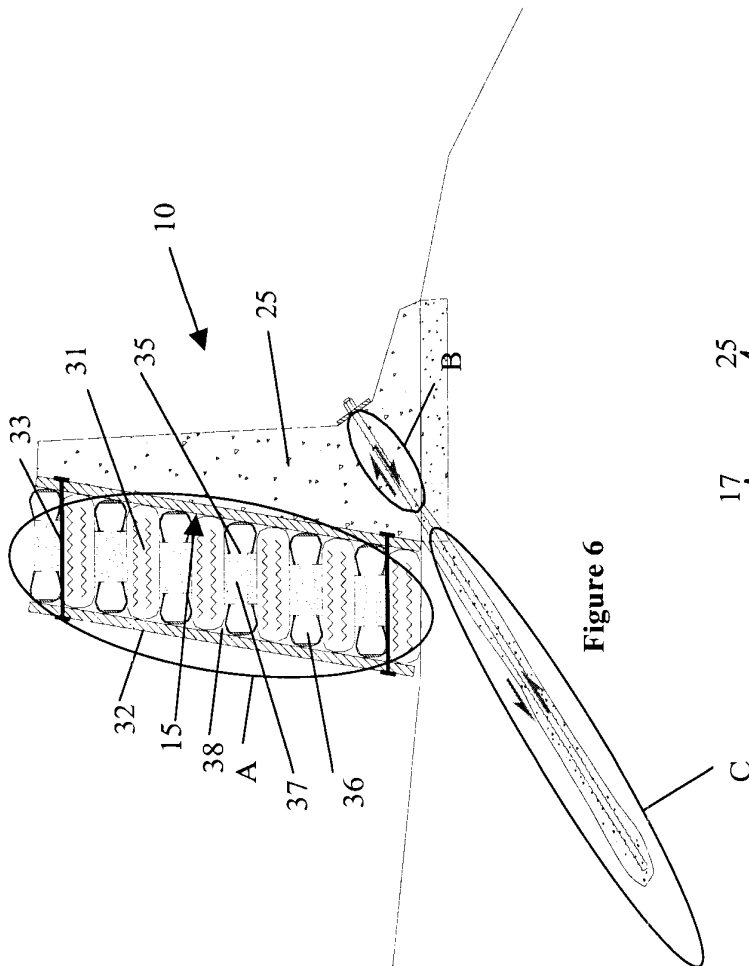


Figure 6

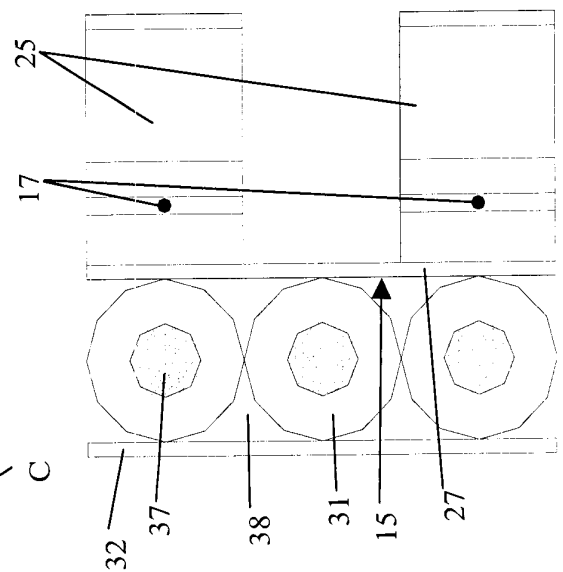


Figure 7

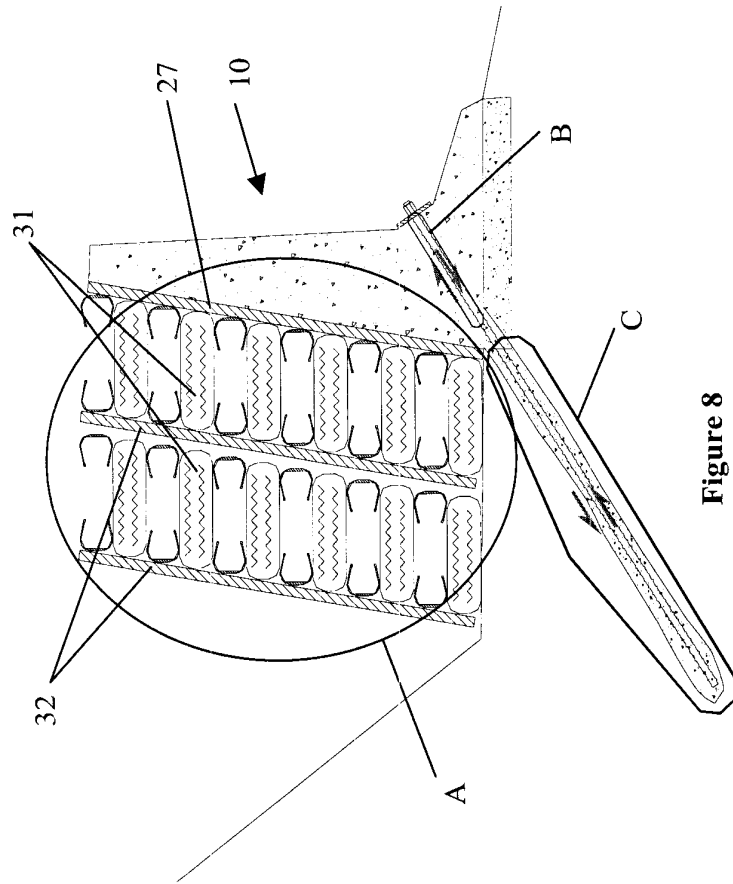
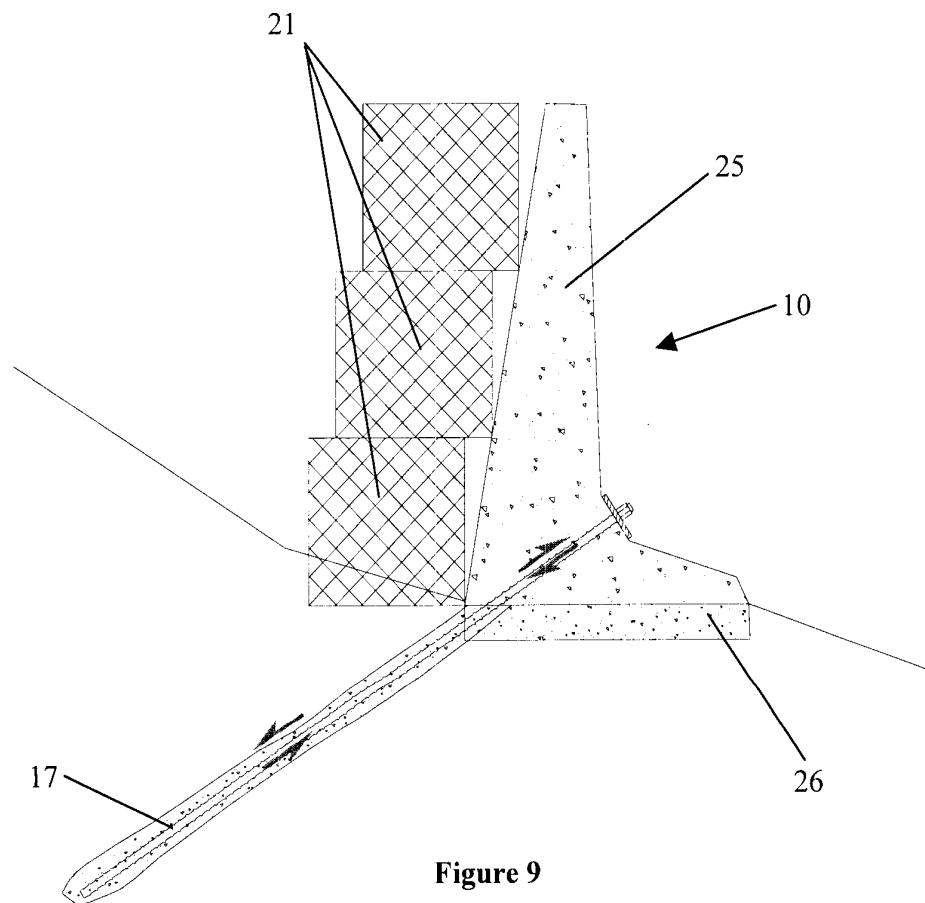


Figure 8

**Figure 9**

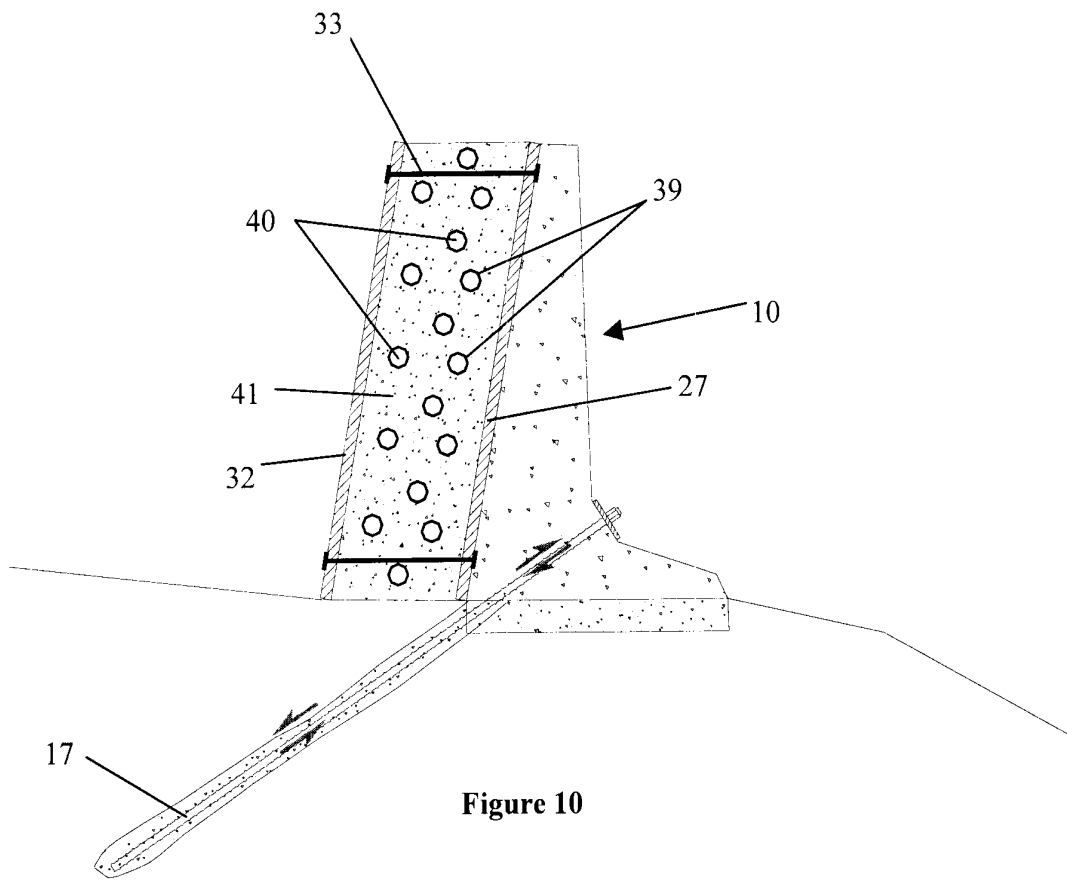


Figure 10

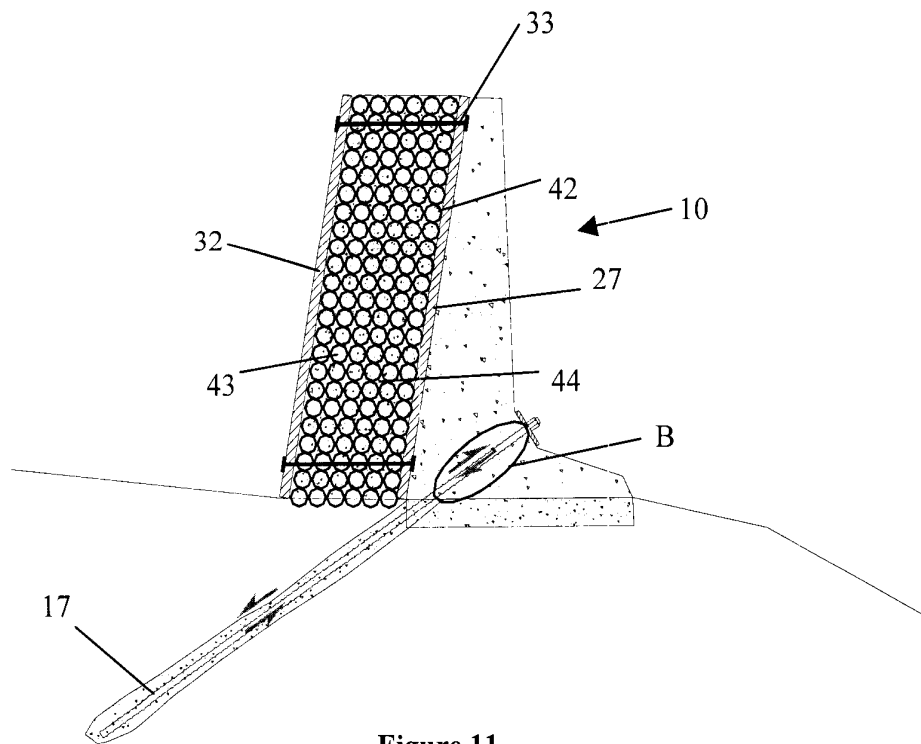


Figure 11



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 687819
FR 0611092

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 1 441 073 A (MABA FERTIGTEILIND GMBH [AT]) 28 juillet 2004 (2004-07-28) * alinéas [0014], [0031], [0038]; figure 2 *	1-6,9,10	E01F7/04
Y	-----	7,8,12, 13	
X	US 2003/068199 A1 (ULISLAM MOHAMMED A [US] ET AL) 10 avril 2003 (2003-04-10) * alinéa [0044]; figures 3,4,6,9 *	1-6,9,10	
X	US 2004/025450 A1 (GAGLIANO RICHARD J [US] GAGLIANO RICHARD [US]) 12 février 2004 (2004-02-12) * abrégé * * figures 1,3,6 * * alinéas [0029], [0055] *	1-6,9-11	
X	GB 821 894 A (HENRY SUCH SMITH) 14 octobre 1959 (1959-10-14) * figures 5,13 *	1	
Y	DATABASE WPI Week 198513 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 1985-080217 XP002442289 DAVYDKIN ALEKSANDR D: "Barrier for protection against snow avalanches - has springs installed between relaxation element and ground mounted support" -& SU 1 113 450 A (MINING GEOPHYS INST) 15 septembre 1984 (1984-09-15) * abrégé; figure *	7,8,12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) E01F E02D
Y	US 3 880 404 A (FITCH JOHN C) 29 avril 1975 (1975-04-29) * colonne 1, ligne 36-51; figure 1 * ----- -/--	13	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 juillet 2007		Tran, Kim-Lien	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

3
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 687819
FR 0611092

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
D,A	FR 2 775 306 A1 (GEOLITHE [FR]) 27 août 1999 (1999-08-27) * figure 1 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 juillet 2007		Tran, Kim-Lien	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0611092 FA 687819

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **17-07-2007**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1441073 A	28-07-2004	AUCUN	
US 2003068199 A1	10-04-2003	AUCUN	
US 2004025450 A1	12-02-2004	AUCUN	
GB 821894 A	14-10-1959	AUCUN	
SU 1113450 A	15-09-1984	SU 958577 A1	15-09-1982
US 3880404 A	29-04-1975	AUCUN	
FR 2775306 A1	27-08-1999	AUCUN	